

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 199 28 760 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
H 02 H 3/18
 H 03 K 17/0812
 H 03 K 17/695

21	Aktenzeichen:	199 28 760.0
22	Anmeldetag:	23. 6. 1999
43	Offenlegungstag:	4. 1. 2001

⑦ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Pechlaner, Andreas, 83547 Babensham, DE; Miller,
Andreas, 80686 München, DE

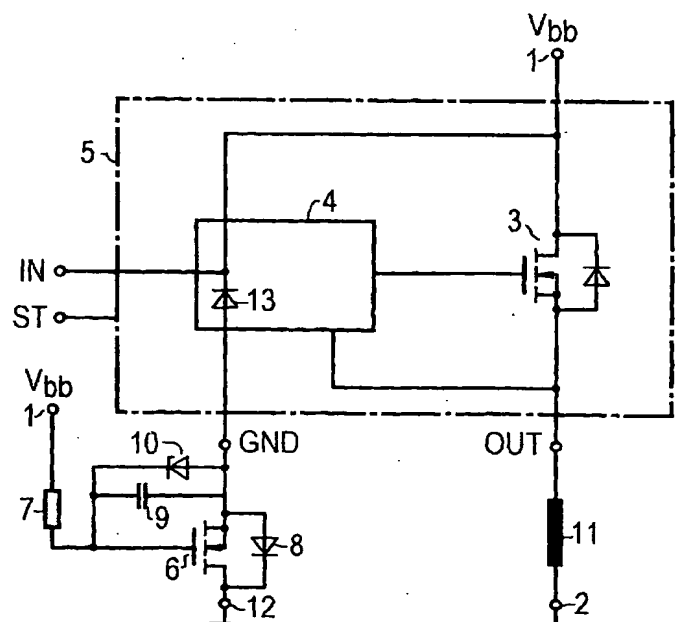
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
US 48 57 985 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verpolschutz für mindestens einen intelligenten Halbleiterschalter

57) Es wird ein Verpolschutz für mindestens einen intelligenten Halbleiterschalter vorgeschlagen, der ausgangseitig mit einer im Normalbetrieb massebezogenen Last verbunden ist. Der intelligente Halbleiterschalter ist an einem Bezugspotentialanschluß für logische Schaltkreise im Normalfall über einen weiteren, verkehrt verschalteten Halbleiterschalter mit einem niederen Bezugspotential verbunden, wobei die Steuerelektrode des weiteren Halbleiterschalters über einen Ladungsspeicher mit dem Bezugspotentialanschluß verbunden ist. Hierdurch entsteht im Normalbetrieb ein nur geringer Spannungsabfall zwischen dem Bezugspotentialanschluß des intelligenten Halbleiterschalters und dem eigentlichen Bezugspotential. Im Verpolfall wird eine thermische Zerstörung des intelligenten Halbleiterschalters unterbunden.



DE 199 28 760 A 1

DE 199 28 760 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Verpolschutz für mindestens einen intelligenten Halbleiterschalter, der ausgangsseitig mit einer im Normalbetrieb massebezogenen Last verbunden ist.

Intelligente Halbleiterschalter sogenannte Smart Power Switches, sind aus dem Stand der Technik z. B. unter dem Namen PROFET bekannt. Der prinzipielle Aufbau eines derartigen Halbleiterschalters ist beispielsweise in Siemens-Datenblättern, "Smart Power Switches", Data Sheets 04.97, Seite 506f. beschrieben. Neben dem eigentlichen Halbleiterschalter, der drainseitig mit einem hohen Versorgungspotential und sourceseitig mit einer massebezogenen Last verbunden ist, weist der Smart Power Switch eine Vielzahl an Funktionen auf, die den Halbleiterschalter vor Zerstörung schützen. So ist beispielsweise eine Strombegrenzung, eine Überspannungsbegrenzung, eine Kurzschlußdetektion sowie ein Temperatursensor vorgesehen. Der eben beschriebene Smart Power Switch ist als Highside-Halbleiterschalter ausgeführt. Zu diesem Zweck weist er deshalb eine Ladungspumpe auf, die die Spannung an seinem Gate-Anschluß über die Spannung am Source-Anschluß bringen muß, um den Halbleiterschalter den im leitenden Zustand halten zu können. Der Smart Power Switch weist ferner einen Eingang IN auf, an den Steuersignale angelegt werden können. Über einen Statusausgang ST kann an einen Controller bei Auftreten eines Fehlerzustandes der entsprechende Fehler gesandt werden. Die logischen Schaltkreise des Smart Power Switches sind weiterhin mit einem Bezugspotentialanschluß GND verbunden, der in der Regel von dem Masseanschluß der externen Last getrennt ist.

Die beschriebenen intelligenten Halbleiterschalter werden in vielen elektronischen Schaltungen verwendet, so z. B. im Kraftfahrzeugbereich. Prinzipiell stellt die Verpolung der Versorgungspotentialanschlüsse ein Problem sowohl für die logischen Schaltkreise als auch für den Leistungs-Halbleiterschalter dar. Im Falle einer Verpolung des intelligenten Halbleiterschalters, fließt über den Bezugspotentialanschluß der logischen Schaltungsanordnungen ein hoher Strom. Ohne einen geeigneten Schutz führt der hohe Strom in der Regel zu einer thermischen Zerstörung des intelligenten Halbleiterschalters. Diese Tatsache ist in der hohen Verlustleistung, die in den logischen Schaltkreisen umgesetzt wird, begründet.

Es ist deshalb aus dem Stand der Technik bekannt, einen externen Widerstand zwischen den Bezugspotentialanschluß der logischen Schaltkreise und das Bezugspotential zu schalten. Hierdurch fällt in einem Verpolfall die Spannung weitestgehend an den externen Widerstand ab, womit der größte Teil der durch die Verpolung entstehenden Verlustleistung außerhalb des intelligenten Halbleiterschalters entsteht. Das Vorsehen eines derartigen Widerstandes, der auch "Ground-Widerstand" genannt wird, zieht jedoch auch einen gravierenden Nachteil nach sich. Im Normalbetrieb sollte die am Steueranschluß des Halbleiterschalters anliegende Spannung weit genug über der Einsatzspannung des Halbleiterschalters liegen. Wird jedoch der oben beschriebene Widerstand vorgesehen, so entsteht an diesem ein Spannungsabfall, der die effektive Ansteuerspannung deutlich erniedrigt. Dies kann dann zu einem unbeabsichtigten Abschalten des intelligenten Halbleiterschalters führen, wenn die am Steuereingang IN anliegende Spannung, die z. B. durch einen Mikrocontroller erzeugt wird, zu gering ist.

Neben der am externen Widerstand erzeugten Verlustleistung im Verpolfall, wird auch in der technologisch bedingten Reversdiode des Leistungs-Halbleiterschalters des

Smart Power Switches eine erhebliche Verlustleistung erzeugt.

Um die mit dem externen Widerstand verbundenen Nachteile zu umgehen, ist es aus der US 4,857,985 bekannt, statt dessen einen Halbleiterschalter vorzusehen, der zwischen einer logischen Schaltungsanordnung und dem Bezugspotential geschaltet ist. Der Halbleiterschalter ist dabei derart verschaltet, daß er im Normalbetrieb leitend geschaltet ist, so daß an ihm eine nur sehr geringe Spannung abfällt. In einem Verpolfall wird der Halbleiterschalter sperrend geschaltet, da die an seinem Steueranschluß anliegende Spannung weit unter dem Sourcepotential liegt. Die integrierte Reversdiode ist dabei in Sperrichtung verschaltet, so daß ein Stromfluß in die logische Schaltungsanordnung unterbunden ist. Der Steueranschluß des Halbleiterschalters ist zu diesem Zweck im Normalfall mit dem hohen Versorgungspotentialanschluß V_{bb} verbunden. Die in der US 4,857,985 gezeigte Anordnung weist jedoch den Nachteil auf, daß mit der logischen Schaltungsanordnung **10** keine induktive Last getrieben werden kann. Reißt bei einem regulären Normalbetrieb die Versorgungsspannung ab, so könnte die induktive Last aufgrund des sofortigen Sperrens des Halbleiterschalters nicht mehr abkommutieren. Dies würde in der logischen Schaltungsanordnung eine hohe Überspannung hervorrufen, so daß diese hierdurch zerstört werden könnte.

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schaltungsanordnung vorzusehen, die diesen sowohl bei einer Verpolung schützt als auch bei Verwendung einer induktiven Last einen ausreichenden Schutz gewährleistet.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des vorliegenden Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist bei einem gattungsgemäßen intelligenten Halbleiterschalter vorgesehen, den Bezugspotentialanschluß für logische Schaltkreise im Normalfall über einen weiteren, verkehrt verschalteten Halbleiterschalter mit einem niederen Bezugspotential zu verbinden, wobei die Steuerelektrode des weiteren Halbleiterschalters über einen Ladungsspeicher mit dem Bezugspotentialanschluß des logischen Schaltkreises verbunden ist.

Hierdurch entsteht im Normalbetrieb ein nur sehr geringer Spannungsabfall an der Schutzschaltung. Somit ist eine gleichbleibend hohe Ansteuerspannung für den Leistungs-Halbleiterschalter garantiert. Ferner sperrt der weitere Halbleiterschalter im Verpolfall den Stromfluß über seine interne, technologisch bedingte Reversdiode. Somit kann in dem intelligenten Halbleiterschalter im Verpolfall keinerlei Verlustleistung entstehen. Weiterhin kann mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung der Abriß der positiven Versorgungsspannung im Normalbetrieb während des Schaltens einer induktiven Last beherrscht werden. Der Ladungsspeicher, der zwischen der Steuerelektrode des weiteren Halbleiterschalters und dem Bezugspotentialanschluß des logischen Schaltkreises vorgesehen ist, sorgt dafür, daß der weitere Halbleiterschalter ausreichend lange leitend geschaltet bleibt, bis die Induktivität über diesen den Abkommutierstrom gezogen hat. Wenn der Ladungsspeicher entladen ist, sperrt der weitere Halbleiterschalter.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Steueranschluß des weiteren Halbleiterschalters über einen Widerstand mit dem hohen Versorgungspotentialanschluß verbunden. Der Widerstand sorgt im Normalbetrieb dafür, daß der Steueranschluß des weiteren Halbleiterschalters auf eine ausreichend hohe Spannung gebracht wird, um diesen leitend schalten zu können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind eine Mehrzahl an intelligenten Halbleiterschaltern mit ihren jeweiligen Bezugspotentialanschlüssen miteinander verbunden. Die Bezugspotentialanschlüsse aller intelligenten Halb-

leitorschalter sind somit an das gleiche Bezugspotential geschaltet. In einem Verpolfall werden mittels des weiteren Halbleiterschalters alle intelligenten Halbleiterschalter auf einmal geschützt. Somit ermöglicht die Erfindung mit wenigen Bauelementen einen effektiven Verpolschutz für eine Vielzahl an "Smart Power Switches".

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 den erfindungsgemäßen Verpolschutz für einen intelligenten Halbleiterschalter und

Fig. 2 den erfindungsgemäßen Verpolschutz bei der Verwendung zweier intelligenter Halbleiterschalter.

Fig. 1 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines intelligenten Halbleiterschalters mit der erfindungsgemäßen Verpolschutzanordnung. Der Smart Power Switch wird aus einem Halbleiterschalter 3, der als MOSFET ausgeführt ist, und einer Ansteuerung 4 gebildet. Die Ansteuerung 4 ist einerseits mit einem Steuereingang IN und andererseits mit dem Steueranschluß des MOSFETs 3 verbunden. Die Ansteuerung 4 enthält unter anderem eine Ladungspumpe, die das Potential des Gate-Anschlusses über das Potential des Source-Anschlusses des MOSFETs 3 bringt, um diesen leitend schalten zu können. Drainseitig ist der MOSFET 3 mit einem ersten Versorgungspotentialanschluß 1 verbunden, an dem im Normalfall ein hohes Versorgungspotential V_{bb} anliegt. Sourceseitig ist der MOSFET 3 mit einer induktiven Last 11 verbunden, die mit ihrem anderen Anschluß mit einem Massepotentialanschluß 2 verbunden ist. Der Sourceanschluß des MOSFET 3 bildet gleichzeitig den Ausgang OUT des Smart Power Switches 5. Der Smart Power Switch 5 weist ferner einen Bezugspotentialanschluß GND auf. Dieser ist über einen verkehrt verschalteten MOSFET 6 mit einem Bezugspotentialanschluß 12 verbunden. Unter einem verkehrt verschalteten MOSFET wird verstanden, daß der Sourceanschluß mit dem Bezugspotentialanschluß GND in Verbindung steht, während der MOSFET 6 drainseitig mit dem eigentlichen Bezugspotentialanschluß 12 der logischen Schaltkreise verbunden ist. Das Gate des MOSFETs 6 ist über einen Widerstand 7 mit dem ersten Versorgungspotentialanschluß 1 verbunden. Es wäre jedoch auch denkbar, daß der Widerstand mit einer anderen Spannung als der Versorgungsspannung V_{bb} beaufschlagt wird. Zwischen den Gate- und den Source-Anschluß des MOSFETs 6 ist ein Kondensator 9 verschaltet. Dieser bildet eine große "Gate-Source-Kapazität", die bei einem Lastabriß der Versorgungsspannung V_{bb} am Halbleiterschalter 3 dafür sorgt, daß der MOSFET 6 noch eine Weile leitend geschaltet bleibt, so daß die induktive Last 11 ihren Abkommütierstrom über den MOSFET 6 und eine in der Ansteuerung 4 vorhandene Diode 13 ziehen kann. Zum Schutz des Gates des MOSFETs 6 ist dem Kondensator 9 eine Zener-Diode 10 parallel geschaltet, wobei diese anodenseitig mit dem Bezugspotentialanschluß GND in Verbindung steht.

Im folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Verpolschutzanordnung kurz erläutert.

Durch den Widerstand 7, der sehr hoch gewählt werden kann, wird der Halbleiterschalter 6 von der Versorgungsspannung V_{bb} angesteuert und leitend geschaltet. Die Zener-Diode 10 schützt das Gate des MOSFETs 6 gegen zu hohe Spannungen. Die Durchbruchspannung der Zener-Diode 10 muß dabei so gewählt werden, daß sie unterhalb der maximal zulässigen Gate-Spannung des MOSFETs 6 liegt. Der Kondensator 9 hält im Falle eines Versorgungsspannungsabbruchs den MOSFET 6 noch für kurze Zeit leitend. Hierdurch ist gewährleistet, daß eine durch den Smart

Power Switch geschaltete induktive Last über diesen Zweig noch abkommütieren kann. Der MOSFET 6 ist so dimensioniert, daß der Spannungsabfall im Normalbetrieb möglichst gering ist.

Bei einem Verpolen des ersten Versorgungspotentialanschlusses 1 sowie des zweiten Versorgungspotentialanschlusses 2 bzw. des Bezugspotentialanschlusses 12 sperrt der MOSFET 6, da das Gate-Potential nicht höher werden kann, als sein Source-Potential. Da der Source-Anschluß des MOSFETs 6 mit dem Bezugspotentialanschluß GND des Smart Power Switches verbunden ist, ist auch die technologisch bedingte Reversdiode des MOSFETs T1 sperrend geschaltet. Hierdurch wird ein Stromfluß in die Ansteuerung (logischer Schaltkreis) des Smart Power Switches unterbunden. Die Ansteuerung 4 kann weitere Mittel aufweisen, die im Verpolfall den MOSFET 3 leitend steuern, um die Verlustleistung in diesem zu begrenzen.

Eine aus dem Stand der Technik bekannte Ansteuerung für einen Highside-MOSFET ist beispielsweise in der EP 0 572 706 A1 beschrieben.

Der erfindungsgemäße Verpolschutz kann auch auf einfache Weise bei einer Mehrzahl an Smart Power Switches verwendet werden. In der **Fig. 2** sind zwei Smart Power Switches 5, 5' dargestellt. Diese sind mit ihren Bezugspotentialanschlüssen GND, GND' verbunden. Es braucht nur ein einziger verkehrt verschalteter MOSFET 6 zwischen dem Bezugspotentialanschluß GND, GND' und dem eigentlichen Bezugspotentialanschluß 12 vorgesehen sein, um alle parallel geschalteten Smart Power Switches, d. h. deren logische Schaltkreise, bei einer Verpolung zu schützen.

Die Verpolschutzanordnung, bestehend aus dem MOSFET 6, dem Widerstand 7, dem Kondensator 9 und der Zener-Diode 10 können monolithisch integriert werden. Es ist denkbar, die Verpolschutzanordnung in einem separaten Halbleiterchip unterzubringen. Es ist jedoch auch möglich, die beschriebene Verpolschutzanordnung direkt im intelligenten Halbleiterschalter 5 unterzubringen.

Die Erfindung ermöglicht auf einfache Weise einen Verpolschutz für einen intelligenten Halbleiterschalter, und ist ferner in der Lage, einen Versorgungsspannungsabriß im Normalbetrieb zu beherrschen, so daß ein guter Schutz des Smart Power Switches gewährleistet ist.

Bezugszeichenliste

- 1 erster Versorgungspotentialanschluß
- 2 zweiter Versorgungspotentialanschluß
- 3 Halbleiterschalter
- 4 Ansteuerung
- 5 intelligenter Halbleiterschalter
- 6 Halbleiterschalter
- 7 Widerstand
- 8 integrierte Reversdiode
- 9 Ladungsspeicher
- 10 Zener-Diode
- 11 Last
- 12 Bezugspotentialanschluß
- IN Steuereingang
- OUT Ausgang
- GND Bezugspotentialanschluß

Patentansprüche

1. Verpolschutz für mindestens einen intelligenten Halbleiterschalter (5), der ausgangsseitig mit einer im Normalbetrieb massebezogenen Last (11) verbunden ist und der über einen Bezugspotentialanschluß (GND) für logische Schaltkreise (4) im Normalfall über einen

weiteren, verkehrt verschalteten Halbleiterschalter (6) mit einem niederen Bezugspotential (12) verbunden ist, wobei die Steuerelektrode des weiteren Halbleiterschalters (6) über einen Ladungsspeicher (9) mit dem Bezugspotentialanschluß (GND) verbunden ist. 5

2. Verpolschutz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der intelligente Halbleiterschalter (5) eine Ansteuerung (4) aufweist, die nach Maßgabe eines Steuersignales an einem Steuereingang (IN) den Halbleiterschalter (3) steuert. 10

3. Verpolschutz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Steueranschluß des weiteren Halbleiterschalters (6) über einen Widerstand im Normalfall mit dem hohen Versorgungspotential (1) beaufschlagt ist. 15

4. Verpolschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ladungsspeicher (9) eine Zener-Diode (10) parallelgeschaltet ist.

5. Verpolschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Last (11) ein induktives Verhalten aufweist. 20

6. Verpolschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl an intelligenten Halbleiterschaltern (5, 5') mit ihren jeweiligen Bezugspotentialanschlüssen (GND, GND') miteinander verbunden sind. 25

7. Verpolschutz nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der masseseitige Anschluß der Last (11) mit den niederen Bezugspotentialanschluß (12) verbunden ist. 30

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

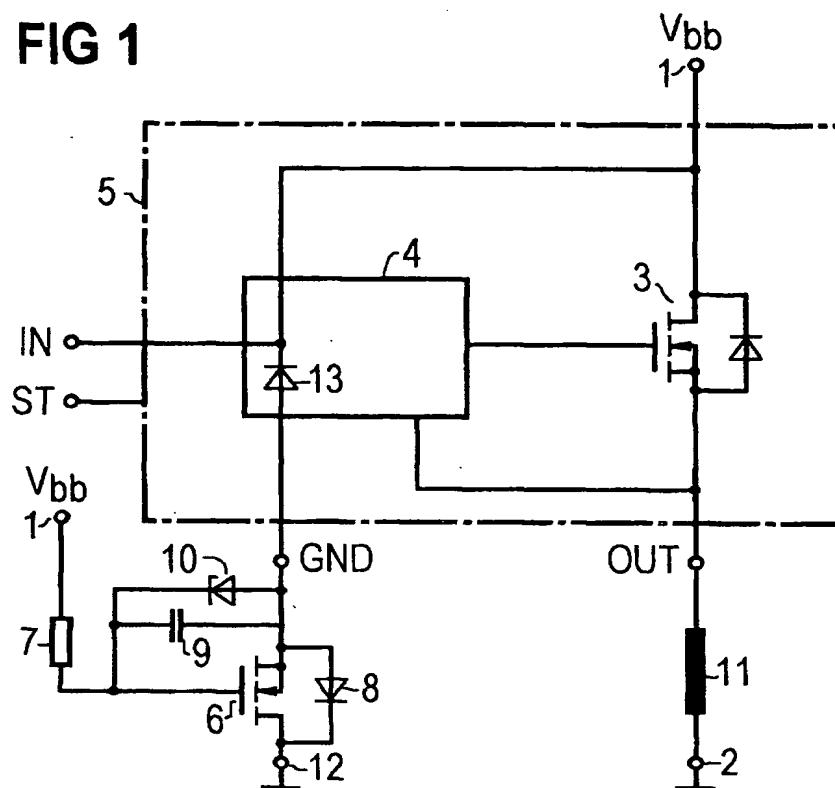


FIG 2

